

VEGETACIÓN Y FLORA DE UNA ZONA SEMIÁRIDA DE LA CUENCA
ALTA DEL RÍO TEHUANTEPEC, OAXACA, MÉXICO

Salvador Acosta*

Alejandro Flores

Alfredo Saynes**

Remedios Aguilar y Gladys Manzanero

CIIDIR Unidad Oaxaca. IPN, Hornos 1003, Xoxocotlán, 71230, Oaxaca, Oax.

*Depto. de Botánica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN,
Prol. Carpio y Plan de Ayala, Col. Sto. Tomás, 11340 México, DF.**Sociedad para el Estudio de los Recursos Bióticos de Oaxaca, Porfirio Díaz 211,
Col. Centro, 68000 Oaxaca, Oax.

RESUMEN

Se presenta un estudio florístico de una zona semiárida de la cuenca alta del río Tehuantepec del estado de Oaxaca, México. La vegetación está constituida principalmente por bosque tropical caducifolio, manchones de matorral xerófilo y en menor extensión por bosque de encino y de encino-pino. La flora estudiada se compone de 448 especies de 272 géneros que corresponden a 89 familias. De estas últimas, sólo nueve familias representan el 52.8 % de las especies, destacando las Leguminosae, Compositae y Cactaceae. Once especies tienen al parecer una distribución muy restringida. Se registraron cinco especies como amenazadas o bajo protección especial (NOM-059-ECOL-2001) y tres más deberían ser evaluadas para ser protegidas de acuerdo a varios autores.

Palabras clave: Flora, vegetación, bosque tropical caducifolio, cuenca del río Tehuantepec, Oaxaca, México.

ABSTRACT

A floristic study of a semi-arid zone of the upper Tehuantepec river basin of the state of Oaxaca, Mexico, is presented. This is a zone of tropical deciduous forests, patches of xerophytic scrubland at low altitudes and, of lesser extent toward the mountains, oak and oak-pine woodlands. The flora studied consists of 449 vascular plant species. This diversity represents 272 genera in 89 families. Only nine families represent 52.8% of the species, the most prominent being Leguminosae, Compositae and Cactaceae. Fourteen species (3.12%) are seemingly endemic to the zone. Five species are protected by Mexican laws (NOM-059-ECOL-2001), and three others ought to be studied to learn whether they deserve protective status as several authors have proposed.

Key words: flora, vegetation, tropical deciduous forest, Tehuantepec river basin, Mexico.

INTRODUCCIÓN

México es considerado como un centro importante de evolución de floras, sobre todo durante el Cenozoico (Rzedowski, 1978) y se ha demostrado que el territorio de la República ha sido escenario de diversas migraciones de floras en épocas geológicas pasadas, constituyendo en la actualidad una zona de influencia mixta de elementos florísticos neotropicales y holárticos. Este hecho y la amplia variedad de condiciones fisiográficas y climáticas son las razones de la excepcional riqueza florística de México (Rzedowski, 1978; Toledo, 1988).

Por otro lado, las zonas áridas de México se han considerado especialmente importantes por su alto grado de endemismo (Rzedowski, 1978; González-Medrano y Chiang, 1988). Diversos autores han estudiado la flora y vegetación de las zonas áridas de México o las han incluido en sus estudios, destacando: Shreve (1942), Miranda (1955), Rzedowski (1973, 1978, 1979), Zamudio (1984) y González-Medrano y Chiang (1988).

En el estado de Oaxaca, debido a su importancia biológica, se han realizado diversos estudios sobre flora y vegetación, sin que a la fecha se pueda decir que estos aspectos estén bien conocidos. Entre éstos se pueden mencionar los siguientes: Paray, (1951), Miranda (1948), Lipp (1970), Rzedowski y Palacios-Chávez (1977), Smith (1978), Zizumbo y Colunga (1982), García-Mendoza (1983), Ishiki (1988), Saynes (1989), Torres (1989), Solano (1990), Campos-Villanueva y Villaseñor (1995).

Sobre la vegetación del estado han escrito: Lorence & García (1989), Binford (1989), Flores y Manzanero (1999), Acosta et al.

(1993), Salas et al. (1994, 1997, 2003), entre otros.

El presente estudio es una contribución al conocimiento florístico y de la vegetación de una zona semiárida de este estado.

EL ÁREA DE ESTUDIO

Localización geográfica

La zona que en este estudio distinguimos como Cuenca Alta del Río Tehuantepec abarca la superficie que se encuentra por arriba de la cota de los 700 m.s.n.m., y comprende principalmente a los municipios de San Pedro Totolapan y Santa María Zoquitlán, ocupando también pequeñas porciones del SW del municipio de San Pedro Quiatoni y S del municipio de San Dionisio Ocotepec, todos ellos incluidos en el distrito de Tlacolula, en la región conocida como Valles Centrales de Oaxaca. Las coordenadas extremas que limitan el área son: al norte 16° 43', al sur 16° 32' latitud N; al este 96° 00' y al oeste 96° 23' longitud W (Fig. 1).

Orografía

La zona puede considerarse como parte de la cuenca alta del río Tehuantepec (en cuyo fondo corre el río Quiechapa), con un relieve accidentado que se encuentra a sotavento tanto de la Sierra Madre de Oaxaca como de la Sierra Madre del Sur.

Las altitudes oscilan desde los 700 m.s.n.m. en la porción este de la cañada, cerca del poblado de Las Animas, hasta los 2100 m.s.n.m. en la serranía al NW del poblado de San Antonio Baeza, encontrándose aproximadamente el 65% del área total entre los 1000 y los 1500 m.s.n.m. (Fig. 1).

Hidrografía

La zona de estudio se encuentra dentro de la vertiente del Pacífico y es recorrida en su porción SW por el río Yegobera en sentido SE-NW, afluente del río Quiechapa, recorriendo este último la mayor parte de la cañada (del área estudiada) en direcciones S-N desde Zoquitlán hasta Totolapan y W-E hacia Las Animas.

Ambos ríos son afluentes del río Tehuantepec.

Litología superficial

La zona de estudio forma parte de la provincia Sierra Madre del Sur y Altiplano Oaxaqueño de acuerdo a López-Ramos (1981). Está constituida fundamentalmente por rocas del Terciario (Inferior y Superior), derivadas de rocas sedimentarias y volcano-sedimentarias y con rocas ígneas extrusivas ácidas.

Se presenta un cambio significativo a nivel geológico hacia el N de la zona, donde hay rocas metamórficas del Mesozoico (en los alrededores de Las Margaritas y Piedra Chica) y rocas sedimentarias con areniscas y volcano-sedimentarias del Terciario Superior (Plioceno y Mioceno), hacia el W de San José de Gracia.

Otro cambio notable se presenta hacia el E de la cañada (en la zona de Las Animas y El Gramal), donde se encuentran suelos del Cuaternario derivados de rocas sedimentarias y volcano-sedimentarias, rodeadas por una franja de rocas del Terciario Superior con rocas sedimentarias, areniscas, turbas y rocas volcano - sedimentarias (INEGI, 1981).

Pesquera y Martínez (1957), en un recorrido geológico de Oaxaca a Tehuantepec, que atraviesa gran parte la zona de estudio, mencionan que hacia Las Catarinas y San José de Gracia ("San José el Viejo", sic) y hasta El Gramal se han encontrado huesos de mamíferos del Mioceno (*Merychippus* y una especie de camélido) en los sedimentos de un complejo volcánico estratificado.

Suelos

De manera general, INEGI (1981) registra la predominancia de suelos de tipo litosol acompañados por suelos de tipo regosol eútrico y feozem háplico; esto es, predominan los suelos sin desarrollo con profundidad menor a 10 cm y de características variables, dependiendo del material que los forman, acompañados en ocasiones por suelos que no presentan capas distintas y se parecen mucho a la roca que les dio origen.

Un cambio significativo en el tipo de suelo se presenta en la porción de baja altitud de la cañada (hacia el E de la misma), donde predominan suelos de tipo fluvisol calcárico y feozem calcárico, esto es, suelos formados por materiales de depósitos aluviales recientes, generalmente constituidos por material suelto que no forma terrones y son poco desarrollados.

Clima

La zona de estudio se encuentra a sotavento de las dos principales cadenas montañosas del estado: la Sierra Madre de Oaxaca y la Sierra Madre del Sur, lo que forma una barrera a los vientos alisios provenientes del Golfo y los húmedos provenientes del Pacífico, lo cual convierte a esta región en

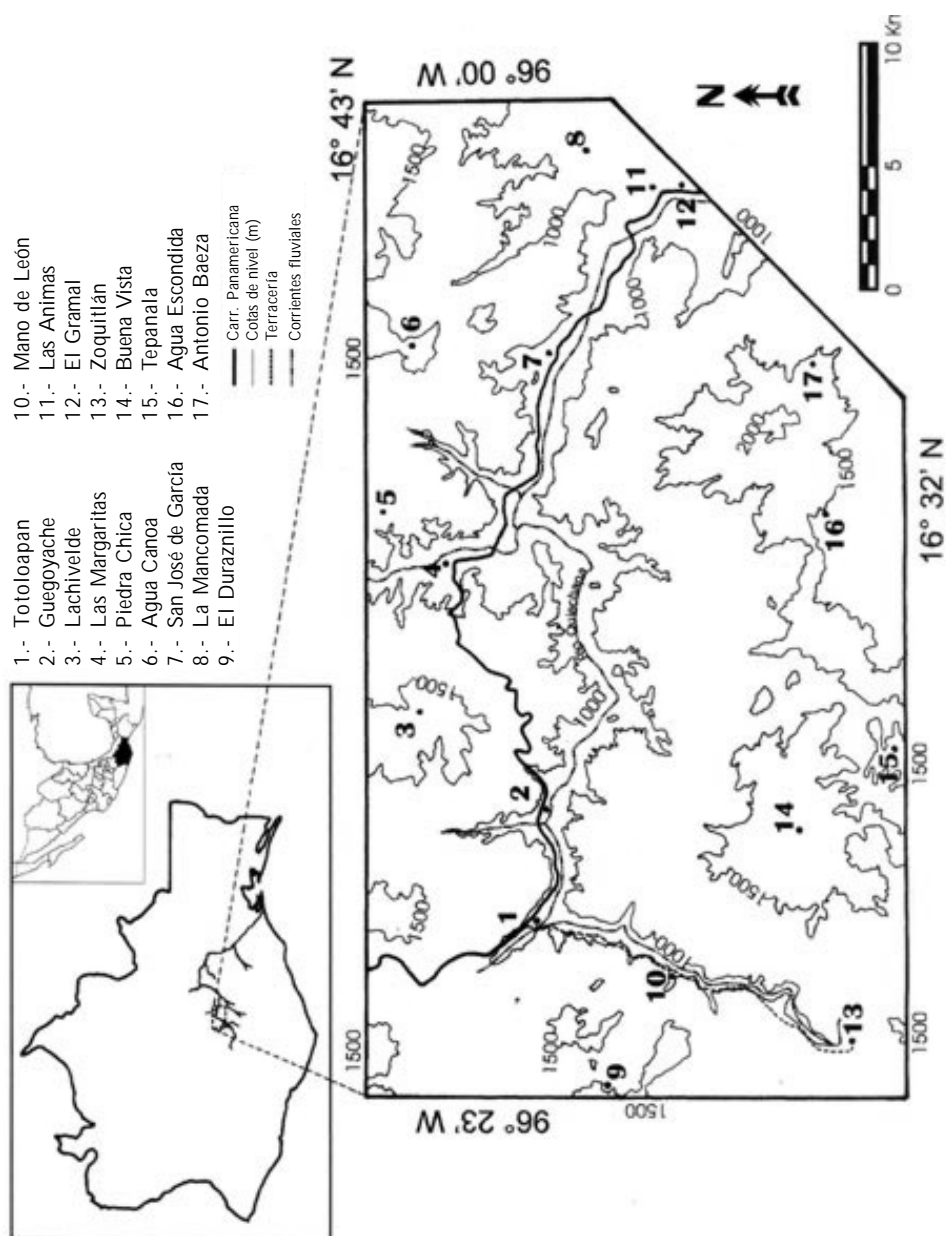


Fig. 1. Localización geográfica y mapa altimétrico de la zona de estudio.

una de las más secas de los Valles Centrales.

La aridez más acentuada se encuentra en la porción W de baja altitud de la cañada, cuyos datos climáticos de referencia se obtienen de las estaciones meteorológicas de San Pedro Totolapan y Santa María Zoquitlán, donde las variaciones térmicas entre los meses no son acentuadas, y se presenta la época más caliente del año en los meses de abril y mayo. La oscilación térmica en la primera es menor de 5°C y en la segunda varía entre 5 y 7°C.

La distribución de la precipitación a lo largo del año no es uniforme, muestra dos máximos de lluvia (en junio y septiembre en la estación Totolapan y en junio y agosto en Zoquitlán) con una notable disminución entre los mismos (sequía intraestival); los meses secos comprenden desde octubre hasta abril, si se considera el criterio de

Mohr y Van Baren (en Barreto y Hernández, 1970), que establecen como meses secos los que poseen menos de 60 mm de precipitación en promedio.

Tomando como referencia estos datos, las fórmulas climáticas de acuerdo al sistema de clasificación de Koeppen modificado por García (García, 1981), son:

Totolapan BSo (h') w'' (w) i g
Zoquitlán BSo (h') w'' (w) (i') g

Comparando los datos climáticos registrados para las estaciones meteorológicas cercanas, localizadas hacia el extremo sur-oriental de la zona de estudio, Nejapa y Yautepec, se observa de manera general una disminución gradual de la temperatura media anual y un aumento de la precipitación, esta última es aproximadamente 30% más abundante con respecto a Totolapan (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Datos climáticos.

Estación metereológica	Altitud	TMA (°C)	PMA (mm)
Santa María Zoquitlán	1 080 m	24.0	412.7
San Pedro Totolapan	849 m	26.2	460.8
Nejapa de Madero	660 m	25.2	595.1
San Carlos Yautepec	1 003 m	23.7	609.3

TMA = Temperatura media anual
PMA = Precipitación media anual

Esto parece indicar que la sequía es causada por el recorrido de los vientos a través de la cañada, los cuales, durante su travesía, captan la poca humedad existente, dando como

resultado que la porción más árida se encuentre en la parte terminal de la cañada (hacia el SO de la misma).

METODOLOGÍA

En gabinete se realizó la fotointerpretación preliminar de las fotografías aéreas escala 1:75 000 de la zona, obteniendo un mapa de vegetación preliminar.

Debido a lo accidentado de la zona y a la escasez de vías de acceso se decidió coleccionar por un método de muestreo sistemático-preferencial, de manera que se tomaran muestras de todas las comunidades vegetales detectadas en la fotointerpretación.

Se realizaron salidas de campo mensuales durante el periodo de enero de 1987 a febrero de 1989 para conocer los tipos de vegetación presentes y coleccionar material botánico, el cual fue herborizado, siguiendo técnicas ordinarias, para su posterior identificación (Lot y Chiang, 1986). Se coleccionaron 750 números de plantas vasculares. En el caso de las cactáceas que aparecen en el anexo I, varias especies sólo fueron identificadas en campo o provienen de los registros de Bravo-Hollis (1978) y de Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada (1991 a, b). El material herborizado e identificado se encuentra depositado en el Herbario OAX.

VEGETACIÓN

Con base en la fotointerpretación y muestreo de las comunidades vegetales se delimitaron los siguientes tipos de vegetación de acuerdo a la clasificación de Rzedowski (1978): bosque tropical caducifolio, matorral xerófilo, bosque de *Quercus*, bosque de *Quercus-Pinus* y vegetación riparia.

Los tipos de vegetación se muestran en la figura 2 y se describen a continuación.

Bosque tropical caducifolio

De acuerdo a Rzedowski (1978) se trata de bosques propios de regiones de clima cálido y dominados por especies arborescentes que pierden sus hojas en la época seca del año durante cerca de seis meses (5-8 meses).

Binford (1989) menciona que la vegetación de las tierras áridas tropicales de Oaxaca muestra una gran variación, desde rodales abiertos de arbustos hasta bosques densos de dosel cerrado de árboles altos. En general pueden dividirse en arid tropical scrub y tropical deciduous forest respectivamente. De acuerdo a este autor, se encuentran entremezclados en la cuenca del río Tehuantepec.

El bosque tropical caducifolio en estado natural o de poca perturbación es por lo común una comunidad densa. Su altura oscila entre 5 - 15 m (más frecuentemente entre 8-12 m), los árboles que lo constituyen forman un techo de altura uniforme, pudiendo existir un piso adicional de eminencias aisladas. Los elementos espinosos en comunidades no perturbadas no son muy importantes. El desarrollo del estrato arbustivo varía mucho de un sitio a otro. El estrato herbáceo está poco desarrollado, sobre todo en los sitios de poco disturbio. Las trepadoras y epifitas son escasas y sólo se encuentran con cierta abundancia en lugares protegidos, destacando especies del género *Tillandsia*. Una forma biológica interesante son las cactáceas columnares y candelabriformes que se presentan con frecuencia, sobre todo en las fases más secas.

El bosque tropical caducifolio de árboles altos (12-15 m) se presenta sólo de forma

localizada, en lugares semirriparios protegidos, con suelos profundos (Binford, 1989).

El bosque tropical caducifolio muestra una franca preferencia por suelos someros pedregosos y se localiza con frecuencia sobre laderas de cerros. En los suelos aluviales profundos es sustituido por el bosque espinoso de aspecto más xeromorfo. Los vínculos geográficos de la flora de este tipo de vegetación señalan una fuerte predominancia de elementos neotropicales y escasez o ausencia de los holárticos. El número de endemismos, sobre todo a nivel de especie, es considerable y éstos se concentran en la cuenca del Balsas, península de Yucatán y el noreste de México.

Entre las angiospermas destaca la familia Leguminosae, tanto por la cantidad de especies como por el número de individuos, y sobre todo por su importancia y frecuente dominancia en los estratos arbóreos. El género *Bursera* está representado por muchas especies. En relación a la dominancia, lo común es que en este tipo de vegetación esté compartida entre pocas especies de árboles; algunas veces pudiendo ser una sola.

El bosque tropical caducifolio, si bien prospera en sitios donde llueve de 600 a 1200 mm anuales, en nuestra zona de estudio se presenta en lugares con precipitación menor, por lo que no resulta extraño haber encontrado comunidades con características intermedias entre éste y otras propias de climas más secos como el bosque espinoso y el matorral xerófilo. A este respecto, Miranda (1948) describe de la cuenca alta del Papaloapan comunidades intermedias entre el bosque tropical decídúo y el bosque espinoso, en donde conviven *Cercidium*,

Prosopis, *Bursera*, *Amphipterygium* y *Cyrtocarpa*. Binford (op. cit.) incluye éstas en su arid tropical scrub (matorral árido tropical) mencionando que este tipo de vegetación se encuentra disperso por toda la región árida tropical dentro del área de distribución general del bosque tropical caducifolio. Además, dice que éstos probablemente sean el resultado de actividades humanas y no correspondan a comunidades clímax.

Tomando en cuenta lo anterior, en la zona de estudio se encontraron las siguientes asociaciones que pueden considerarse fases transicionales del bosque tropical caducifolio, pero que no fue posible diferenciar en las fotografías aéreas debido a que las mismas fueron tomadas en época de secas, por lo que no aparecen en la figura 2.

I. Asociación de *Bursera morelensis* - *Neobuxbaumia tetetzo*.

Esta asociación ocupa una amplia franja que abarca desde los alrededores de Santa María Zoquitlán hacia el N y NE hasta el N de San Juan Guegoyache.

El suelo predominante es de tipo litosol, acompañado de suelos de tipo regosol eútrico y feozem háplico, y la constitución geológica es de rocas fundamentalmente del Terciario derivadas de rocas sedimentarias y volcano-sedimentarias y con rocas ígneas extrusivas ácidas. Al parecer ni el color del suelo y rocas, ni la pendiente y exposición de las laderas son determinantes en el área que ocupa esta asociación.

Otras especies importantes de esta asociación son: *Acacia cochliacantha*, *Amphipterygium adstringens*, *Bursera*

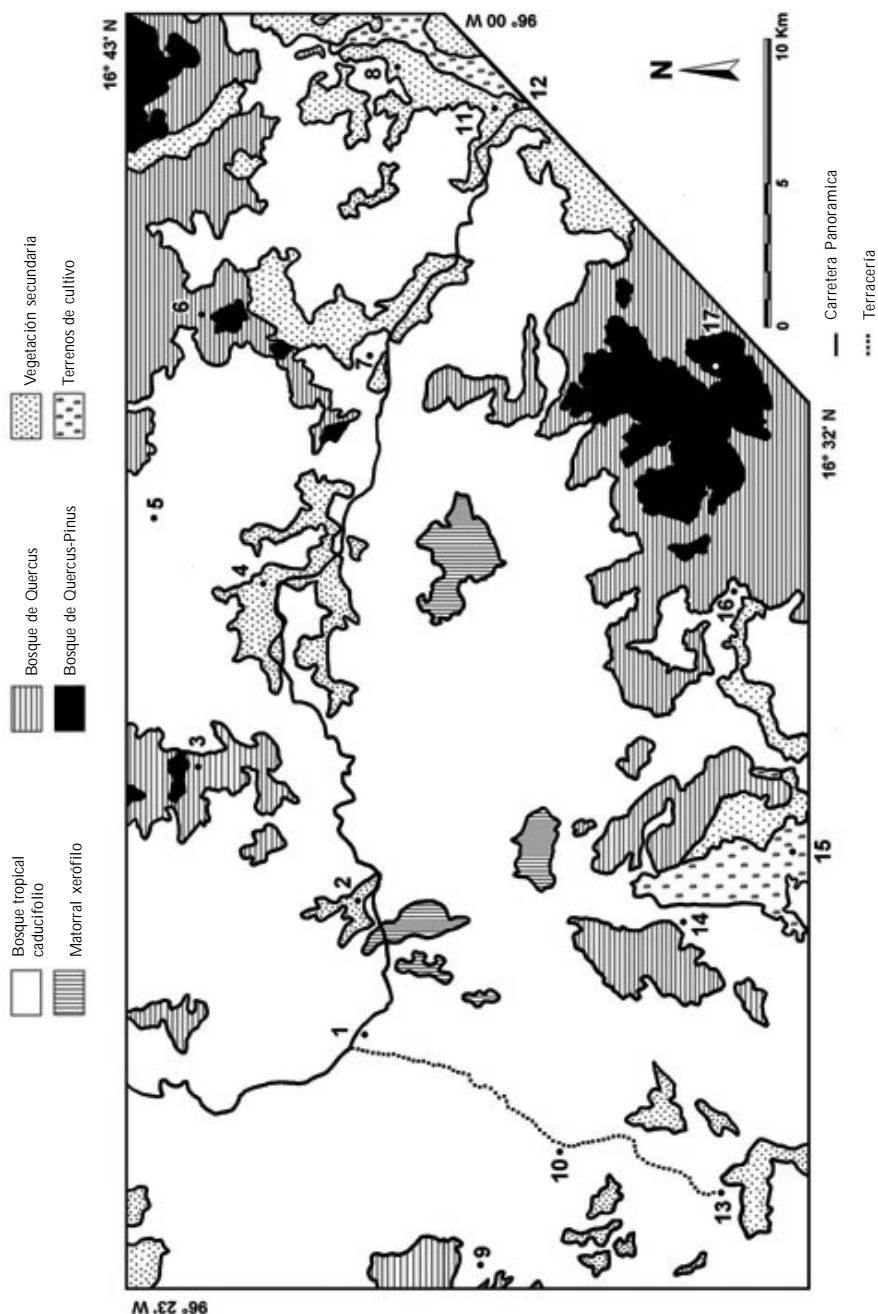


Fig. 2. Tipos de vegetación y uso del suelo de la cuenca alta del río Tehuantepec, Oaxaca.

schlechtendalii, *Cephalocereus quadricentralis*, *C. totolapensis*, *Cercidium plurifoliolatum*, *Escontria chiotilla* y *Ziziphus amole*.

II. Asociación de *Bursera morelensis* - *Escontria chiotilla*.

Esta asociación ocupa una amplia zona en la porción central, tanto al N como al S del centro del área de estudio, la cual incluye los alrededores del poblado Las Margaritas. El suelo predominante es de tipo litosol con suelos tipo regosol eútrico y feozem háplico, constituido geológicamente por rocas del Cenozoico Terciario derivadas de rocas sedimentarias y volcano-sedimentarias y con rocas ígneas extrusivas ácidas.

Otras especies importantes en este grupo son: *Acacia cochliacantha*, *Ceiba parvifolia*, *Cephalocereus quadricentralis*, *Cercidium plurifoliolatum*, *Diphysa spinosa*, *Jatropha andrieuxii*, *Lasiocarpus salicifolius*, *Mimosa langlasei*, *Senna skinneri* y *Stenocereus pruinosus*.

III. Asociación de *Bursera morelensis* - *B. schlechtendalii*.

Esta asociación ocupa el E de la zona en la porción terminal de la cañada, es decir, los alrededores del paraje Los Cantiles y los poblados El Gramal y Las Animas. El suelo predominante es diferente a las zonas donde dominan cactáceas, siendo de tipo fluvisol calcárico y feozem calcárico, esto es, suelos formados por materiales de depósitos aluviales recientes. Asimismo, la constitución geológica es diferente, encontrándose suelos del Cenozoico Cuaternario derivados de rocas sedimentarias y volcano sedimentarias.

Otras especies importantes son *Acacia cochliacantha*, *Amphipterygium adstringens*, *Bursera aff. excelsa*, *Ceiba parvifolia*, *Cephalocereus quadricentralis*, *C. totolapensis*, *Escontria chiotilla*, *Pseudosmodium multifolium* y *Thevetia ovata*. En las cañadas subhúmedas se encuentran *Byrsonima crassifolia*, *Cochlospermum vitifolium* y *Ficus spp.*, entre otras especies.

En esta zona las especies dominantes son árboles, principalmente del género *Bursera* y de la familia Leguminosae, con muy poca abundancia de especies de la familia Cactaceae.

Las especies exclusivas de esta asociación son: *Genipa americana*, *Haematoxylon brasiletto* y *Swietenia humilis*.

Matorral xerófilo

Diversos autores reconocieron y denominaron una gran serie de tipos de vegetación para las regiones de clima árido y semiárido de México, debido a la amplia variedad que desde el punto de vista fisonómico presentan estas comunidades, caracterizándolas por su aspecto mas sobresaliente (Rzedowski, 1978). Sin embargo, todas son formaciones esencialmente arbustivas con adaptaciones xerofíticas que incluyen tanto elementos suculentos como caducifolios, algunos de los cuales presentan espinas (Lorence & García, 1989).

Las formas biológicas que integran este tipo de vegetación son numerosas, pero según las predominantes, el matorral xerófilo se ha dividido en: matorral desértico micrófilo; matorral desértico rosetófilo y matorral crasicaule (Bravo-Hollis, 1978).

Binford (1989) denomina a este tipo de vegetación arid tropical scrub y arid subtropical scrub. Lorence & García (op. cit.) lo denominan deciduous subdesert scrubland with succulents y mencionan que es posible que en parte sea de naturaleza secundaria, presumiblemente derivado de lo que reconocen como drought deciduous forest y que corresponde al bosque tropical caducifolio.

El clima varía ampliamente, desde muy cálido en las planicies costeras a relativamente fresco en las partes más altas. En Oaxaca a veces llega a alcanzar los 1800 m de altitud donde se pueden presentar ocasionalmente inviernos algo rigurosos. La temperatura media anual varía de 20 a 26°C, siendo el clima extremoso. La insolación suele ser muy intensa y la humedad atmosférica en general baja, en consecuencia la evapotranspiración alcanza valores altos. La precipitación media anual es comúnmente menor de 700 mm y en amplias extensiones se presenta entre 100 y 400 mm. La lluvia, además de escasa, es irregular, con fuertes diferencias de un año a otro. El número de meses secos generalmente varía de 7 a 12 meses y no resulta raro que en algunos lugares de México pasen hasta 18 meses sin lluvia apreciable. En el área de distribución del matorral xerófilo en Oaxaca el régimen de lluvias es estival. Los tipos generales de clima corresponden a los BW y BS de la clasificación de Koeppen.

Este tipo de vegetación se puede observar prácticamente en todo tipo de condiciones topográficas y sustratos geológicos, aunque estos factores, al igual que el tipo de suelo, influyen en forma notable en la fisonomía y composición florística de las comunidades. Los suelos con drenaje deficiente en general son adversos para el desarrollo

del matorral xerófilo, así como los salinos, alcalinos y yesosos. La coloración del suelo con frecuencia es pálida o grisácea, aunque también existen en suelos rojizos y de color castaño. El pH puede variar de 6 a 8.5 y el contenido de materia orgánica suele ser bajo, en cambio los nutrientes en general son abundantes y el calcio casi siempre se halla en grandes cantidades.

Este tipo de vegetación está integrado por arbustos, en su mayoría caducifolios, que no pasan de 4 m de altura, aunque las cactáceas columnares y candelabriformes que imparten una fisonomía característica a las comunidades y que son más conspicuas durante la temporada seca, frecuentemente alcanzan mayores alturas. Las plantas suculentas en forma de roseta como Agave, Hechtia y Yucca sólo son notables localmente.

De las variantes de este tipo de vegetación descritas por Miranda (1948) de la región de Cuicatlán, los jiotillales, cardonales y tetecheras, que se podrían también incluir en lo que se da en llamar matorral crasicaule, y los cucharales que constituyen una comunidad secundaria, podrían considerarse equivalentes a las asociaciones encontradas en la zona de estudio, aunque como se mencionó anteriormente, en muchos casos es difícil diferenciarlas ya que se presentan fases transicionales intermedias entre éstas y el bosque tropical caducifolio.

Las asociaciones se describen a continuación:

I. Asociación de Escontria chiotilla-
Cephalocereus quadricentralis.

Ocupa las partes bajas de la porción W de la zona en estudio, es decir, hacia el W del

camino Totolapan-Zoquitlán y la porción NW del área de estudio.

Predomina el suelo de tipo litosol, con suelos tipo regosol eútrico y feozem háplico, derivados de rocas sedimentarias, volcano-sedimentarias e ígneas extrusivas ácidas del Terciario.

Las especies que caracterizan esta asociación son las dominantes fisonómicas. Otras especies importantes de esta asociación son: *Acacia cochliacantha*, *A. farnesiana*, *Amphipterygium adstringens*, *Bursera morelensis*, *B. schlechtendalii*, *Ceiba parvifolia*, *Cercidium plurifoliolatum*, *Nopalea auberi*, *Plumeria rubra*, *Pseudosmodium multifolium* y *Stenocereus weberi*.

En amplias zonas de la porción W del camino Totolapan - Zoquitlán, la dominancia de *Escontria chiotilla* se incrementa debido al interés de los pobladores por conservarla y explotarla, lo cual consiste en la eliminación de las especies acompañantes.

II. Asociación de *Neobuxbaumia tetetzo*.

Esta asociación ocupa la porción N del tramo de camino comprendido entre El Chacal y San José de Gracia, en la parte nororiental del área de estudio.

Predomina el suelo tipo litosol, y la constitución geológica es de rocas metamórficas del Mesozoico (hacia el W) y rocas sedimentarias con areniscas y volcano-sedimentarias del Terciario Superior (Plioceno y Mioceno) hacia el E.

En esta área se tiene una dominancia notable de *Neobuxbaumia tetetzo* acompañada de *Cercidium plurifoliolatum* como espe-

cie importante, aunque con poca abundancia. Esta asociación es equivalente a la que Miranda (op. cit.) reconoce como tetechera. La diferencia fundamental con respecto a la asociación *Bursera morelensis*-*Neobuxbaumia tetetzo* del bosque tropical caducifolio, donde aparentemente domina *N. tetetzo*, es que en la asociación de matorral son escasas las especies características de la anterior, como son *Acacia cochliacantha*, *Amphipterygium adstringens*, *Bursera morelensis*, *B. schlechtendalii*, *Cephalocereus quadricentralis* y *Escontria chiotilla*, entre otras.

Como se mencionó anteriormente, además de éstas, también se reconoció la asociación que Miranda (1948) denomina cucharal, dominada por *Acacia cochliacantha*, la cual, como el mismo reconoce, es de origen secundario y se incluye en la figura 2 como parte de la vegetación secundaria.

La nomenclatura de estas asociaciones y las del bosque tropical caducifolio, no implica que sólo esas especies sean las dominantes, pues algunas forman pequeños núcleos de dominancia dentro de los grandes grupos, por ejemplo, esporádicamente se observan algunos manchones dominados exclusivamente por *Neobuxbaumia tetetzo* insertos dentro de las asociaciones *Bursera morelensis*-*Escontria chiotilla* y *Escontria chiotilla*-*Cephalocereus quadricentralis*, incluso ocupando áreas pequeñas de 10 x 10 m.

Una posible explicación podrían ser las diferencias edáficas, pues como mencionan Barreto y Hernández (1970): "las diferencias en la flora y en los rasgos ecológicos de la vegetación que provienen de diferencias en la constitución del suelo son mucho más

pronunciadas en los lugares con sequías periódicas que en los que están constantemente húmedos", lo cual podría comprobarse mediante estudios más detallados.

Otros factores también tienen importancia fundamental en el agrupamiento de las asociaciones en la zona, sobresaliendo el clima y las formas pasadas y presentes del manejo del suelo.

En lo que a clima respecta, como ya se mencionó anteriormente, conforme se avanza hacia el W de la cañada la condición de aridez se incrementa, y si se observa la correlación existente con las comunidades vegetales, es evidente que precisamente en esa dirección aumenta la dominancia de cactáceas columnares y candelabriformes (*Escontria chiotilla*, *Cephalocereus quadricentralis*, *Neobuxbaumia tetetzo*, *Stenocereus weberi*, etc.), mientras que en la porción E y a mismos niveles de altitud dominan especies leñosas del género *Bursera* y de la familia *Leguminosae*. Efectos similares menciona Rzedowski (1978) con respecto a la presencia de cactáceas columnares y candelabriformes en el bosque tropical caducifolio en las fases más secas de dicho tipo de vegetación.

En relación a las formas de manejo del suelo, se observa una dominancia fisonómica de *Escontria chiotilla* en los alrededores del poblado de Totolapan y el camino que lo comunica con Sta. María Zoquitlán, lo cual se debe en gran medida al semicultivo que hacen de dicha planta (Flores et al. 1991).

Bosque de *Quercus*-*Pinus*

Los bosques de pino y encino son comunidades típicas de zonas templadas y algunas

veces frías, sin embargo en el área de estudio se localizan, si bien es cierto en los lugares de mayor altitud, en sitios más bien cálidos, en un ambiente semiárido.

Binford (op. cit.) incluye este tipo de vegetación en su categoría *arid pine-oak forest*, aclarando que aunque lo denomina bosque (forest) se trata más bien de un bosque abierto (*woodland*) ya que el dosel es incompleto. Está constituido de uno o dos estratos, el superior principalmente de encinos, de pinos o una mezcla de ambos, donde los árboles son más bajos en altitudes inferiores o más altos en altitudes superiores. En las áreas donde dominan los pinos, los encinos y otros árboles forman el estrato inferior. Como el dosel es abierto, la luz y el viento ejercen su efecto desecante. El suelo se encuentra cubierto de pastos y las bromeliáceas epifitas son escasas.

Fisonómicamente dominan árboles de los géneros *Quercus* y *Pinus* encontrándose especies como *Pinus devoniana*, *P. teocote*, *Quercus acutifolia*, *Q. conspersa*, *Q. magnoliifolia* y *Q. obtusata*, y como acompañantes se citan para las zonas de baja altitud a *Acacia pennatula*, *Malpighia mexicana* y *Rhus oaxacana*.

Otras especies presentes son: *Bursera morelensis*, *Euphorbia cotinifolia*, *Pseudosmodium multifolium* y *Stenocereus* sp. *Quercus acutifolia* sólo apareció en este tipo de vegetación.

Este tipo de vegetación se localizó en pequeñas áreas en las zonas de mayor altitud, en la parte W del área de estudio al NW de El Duraznillo, al N de Lachivilde, en varios manchones en las cercanías de

Agua Canoa en la parte NE del área de estudio y en una mayor extensión al W y NW de San Antonio Baeza en el extremo SE del área.

Bosque de Quercus

Las especies dominantes de uno de los grupos de esta comunidad son: *Quercus crassifolia*, *Q. glaucoides* y *Q. magnoliifolia*, encontrándose también, aunque de manera poco abundante a *Pinus devoniana* y *P. teocote*. En el estrato arbustivo es particularmente abundante *Arctostaphylos pungens*. Rzedowski (1978) cita que esta última especie puede indicar un proceso de establecimiento o ampliación de los bosques de *Quercus*.

Las especies dominantes del otro grupo de bosque de encino son: *Quercus castanea*, *Q. crassifolia*, *Q. magnoliifolia*, *Q. obtusata* y *Rhus oaxacana*. Otras especies acompañantes en esta comunidad son: *Arbutus xalapensis*, *Q. castanea*, *Ceanothus coeruleus*, *Myrtillocactus schenckii* y *Calliandra grandiflora*.

Este tipo de vegetación abarca áreas más extensas que el bosque de *Quercus*-*Pinus* rodeándolo y además en las cercanías del poblado Buenavista.

Vegetación riparia

En las vegas de los ríos de carácter permanente se presentan *Alnus acuminata*, *Astianthus viminalis*, *Baccharis salicifolia*, *Salix bonplandiana* y *Taxodium mucronatum*, entre otras. En los de carácter temporal falta ésta última, pero podemos encontrar las demás junto con *Guazuma ulmifolia* y otras especies co-

munes a la vegetación de las zonas aledañas. Esta comunidad tampoco está representada en la figura 2 porque no fue posible delimitarla a la escala de las fotografías aéreas empleadas.

FLORA

La flora está compuesta por 449 especies de 272 géneros, que corresponden a 89 familias. Solamente nueve familias con 10 o más especies representan el 52.8 % de las especies. Las familias más importantes son: Leguminosae, Compositae, Cactaceae, Gramineae, Euphorbiaceae y Burseraceae (Fig. 3).

Se detectaron 11 especies de distribución restringida a la zona de estudio o que solamente han sido colectadas en escasas localidades en zonas aledañas (muy cercanas pero fuera de la zona de estudio), tres resultaron ser nuevas para la ciencia, de las cuales dos ya han sido descritas formalmente (*Jatropha konzattii* Jiménez-Ramírez. y *Bursera laurihuertae* Rzedowski & Calderón) y la otra (perteneciente al género *Croton*) todavía no se ha descrito (cuadro 2). Además tres especies de Cactaceae se conocen solamente de la zona de estudio y de la región del Istmo de Tehuantepec en el estado de Chiapas [*Cephalocereus quadricentralis* Dawson, *C. totolapensis* (Bravo & MacDougall) Buxbaum, *Opuntia tehuantepecana* (Bravo) Bravo].

En el anexo I se presenta el listado florístico en orden alfabético por familia y se marcan las especies endémicas del estado.

Las especies consideradas amenazadas o bajo protección especial de acuerdo a la NOM-059-ECOL-2001 encontradas en la

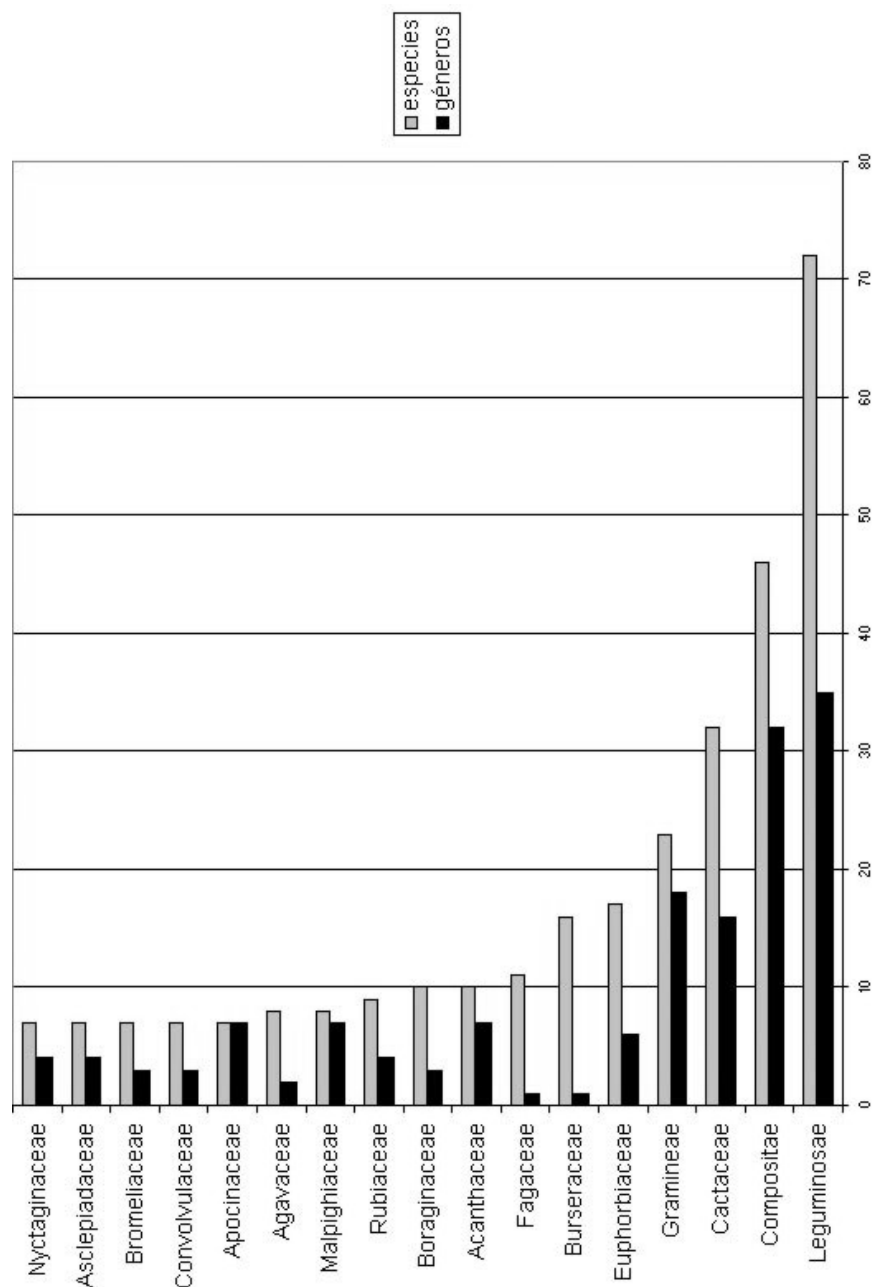


Fig. 3. Número de géneros y especies de las principales familias de plantas vasculares de la cuenca alta del río Tehuantepec, Oaxaca.

zona de estudio son: *Tabebuia chrysantha* (amenazada) y *Mammillaria deherdtiana* var. *dodsonii*; *Mitrocereus fulviceps*, *Echeveria moranii* y *Guaiaicum coulteri* (bajo protección especial). De estas especies, *Tabebuia chrysantha* al parecer no es especialmente sobreexplotada; *Mammillaria deherdtiana* var. *dodsonii* no es muy abundante pero no se observó que fuera saqueada y los individuos de *Mitrocereus fulviceps* aunque son muy escasos se encuentran en sitios demasiado alejados de los poblados para considerarlos especialmente vulnerables; *Guaiaicum coulteri*, aunque no es muy abundante, se

ha encontrado incluso cerca de Totolapan; por último, la única especie que no se encontró fue *Echeveria moranii*, tal vez debido a su rareza o a la destrucción de su habitat original.

Otros autores mencionan que las siguientes especies: *Agave rhodacantha* (Indeterminada según García-Mendoza, 1995); *Cephalocereus apicicephalum* (Indeterminada y categoría 3 de acuerdo a Hernández y Godínez, 1994); *Diospyros oaxacana* (rara según Acosta, 2002), deben ser evaluadas con detalle para su posible protección.

Cuadro 2. Especies de distribución restringida a la zona de estudio y zonas aledañas.

Acanthaceae	<i>Tetramerium obovatum</i> T.F. Daniel (Istmo)
Boraginaceae	<i>Cordia guerckeanae</i> Loesener (Istmo)
Burseraceae	<i>Bursera laurihuertae</i> Rzedowski & Calderón (Istmo)
Cactaceae	<i>Opuntia nejapensis</i> Bravo (Istmo) <i>Peniocereus macdougallii</i> Cutak (Istmo)
Compositae	<i>Acourtia oaxacana</i> L. Cabrera (Tlacolula)
Crassulaceae	<i>Echeveria moranii</i> E. Walther (Istmo)
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp. nov. <i>Jatropha konzattii</i> Jiménez-Ramírez
Simaroubaceae	<i>Recchia connaroides</i> (Loes. & Solenr.) Standl. (Tlacolula, Istmo)
Theophrastaceae	<i>Jacquinia seleriana</i> Urban & Loesener

DISCUSIÓN

Con relación a la vegetación, se puede decir que un factor muy importante para el establecimiento de las comunidades es el clima, ya que se presenta un gradiente de mayor a menor precipitación hacia la parte occidental y sudoccidental de la zona de estudio, correlacionado con el relativo incremento en la dominancia fisonómica de cactáceas columnares y candelabroiformes que se observa también en ese sentido.

La aparente uniformidad en el sustrato geológico y las pronunciadas pendientes, que son el rasgo fisiográfico predominante, no dan lugar a una gran variedad de suelos, pero no debe descartarse el factor edáfico como responsable del establecimiento, al menos en pequeñas áreas de matorral xerófilo dentro del bosque tropical caducifolio.

Debido a la escala de las fotografías aéreas y a la época de secas en que fueron toma-

das, no se pudieron delimitar las asociaciones dentro del bosque tropical caducifolio, de manera que el área que marca este tipo de vegetación en realidad es un continuum de comunidades intermedias entre éste y el matorral xerófilo. Este hecho no resulta raro, ya que se establece en los límites climáticos que Rzedowski (1978) menciona para este tipo de vegetación.

La influencia de las actividades humanas es importante, sobre todo en los alrededores de las poblaciones y a lo largo del camino de terracería que comunica a Totolapan con Zoquitlán, donde la dominancia fisonómica de *Escontria chiotilla* en su asociación con *Cephalocereus quadricentralis* es notable y se debe en parte a su semicultivo (Flores et al., 1991).

Sería importante realizar un análisis cuantitativo de las comunidades del bosque tropical caducifolio y el matorral xerófilo de la zona para probar de manera más objetiva la influencia tanto del clima como de las actividades humanas.

CONCLUSIONES

La riqueza florística de la parte alta de la cuenca del río Tehuantepec es relativamente baja. Las familias más importantes encontradas coinciden con las de las zonas tropicales.

El endemismo encontrado es importante y nos indica que el origen de la flora no es reciente.

Cinco especies se encuentran en alguna categoría de riesgo de extinción.

Los principales factores en el establecimiento de las comunidades parecen ser el clima y la historia de uso del suelo o influencia de actividades humanas.

AGRADECIMIENTOS

Personal de los herbarios de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) y del Instituto de Biología (MEXU) amablemente colaboraron en la determinación de plantas. Se agradece al Dr. Jerzy Rzedowski del Centro Regional del Bajío del Instituto de Ecología, A.C., por la determinación de especímenes de *Bursera* y su valiosa asesoría. Las observaciones de los revisores anónimos contribuyeron a mejorar el presente artículo por lo que manifestamos nuestro reconocimiento. Armando Castro Gómez y Julio Antonio González Pacheco, conductores de los vehículos del CIIDIR Unidad Oaxaca, colaboraron de manera entusiasta en las salidas de campo. Finalmente agradecemos a las autoridades municipales de San Pedro Totolapan, Dto. Tlaxiaco, Oaxaca, por su valioso apoyo y la participación de guías para la realización de salidas a las partes más alejadas del área de estudio.

LITERATURA CITADA

- Acosta, S., 2002. "Plantas vasculares raras, amenazadas o en peligro de extinción del estado de Oaxaca, un panorama preliminar". *Polibotánica*, 13: 47-82.
- Acosta, S., R. Aguilar, C. Bonilla y E. Cisneros, 1993. Estudio para el establecimiento de un sistema estatal de Áreas Naturales Protegidas en Oaxaca, México. CIIDIR Unidad Oaxaca-CONACYT. Oaxaca, 107 pp.

- Barreto, V. F. y E. Hernández, X., 1970. "Relación suelo-vegetación en la región de Tuxtepec, Oaxaca". en: Contribución al estudio ecológico de las zonas cálido-húmedas de México. Publ. Esp. No. 6. Comisión de Estudios sobre la Ecología de las Dioscoreas. INIF. SARH. México, pp. 63-118.
- Binford, L., 1989. "A distributional survey of the birds of the mexican state of Oaxaca". Ornithological Monographs 43. Am. Orn. U. Washington, 418 pp.
- Bravo-Hollis, H., 1978. Las Cactáceas de México. vol. I. 2a ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF, 743 pp.
- Bravo-Hollis, H. y H. Sánchez-Mejorada, 1991a. Cactáceas de México. vol. 2. 1ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México, 404 pp.
- , 1991b. Cactáceas de México. vol. 3. 1ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México, 643 pp.
- Campos-Villanueva, A. y J. L. Villaseñor, 1995. "Estudio florístico de la porción central del municipio de San Jerónimo Coatlán, distrito de Miahuatlán (Oaxaca)". Bol. Soc. Bot. Méx., 56: 95-120.
- Diario Oficial de la Federación, 2002. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Marzo 6, 2002.
- Flores, A. y G. I. Manzanero, 1999. "Tipos de vegetación del estado de Oaxaca". En: Vásquez-Dávila, M. A. (Ed.). Sociedad y Naturaleza en Oaxaca núm. 3. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca, pp: 7-45.
- Flores, A. y G. I. Manzanero, S. Acosta, R. Aguilar y A. Saynes, 1991. "Importancia ecológica y económica de *Escontria chiotilla* (Weber) Rose en la porción E de los Valles Centrales de Oaxaca". Cactáceas y Suculentas Mexicanas, 36(1):16-23.
- García, E., 1981. Modificación al sistema climático de Koeppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 3era. ed. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- García-Mendoza, A., 1983. "Estudio ecológico-florístico de una porción de la Sierra de Tamazulapan, distrito de Teposcolula, Oaxaca, México". Tesis Profesional. Fac. de Ciencias Univ. Nal. Autón. de México. México, DF, 112 pp.
- , 1995. "Riqueza y endemismos de la familia Agavaceae en México". En: Linares, E., P. Dávila, F. Chiang, R. Bye y T. Elías (Eds.). Conservación de plantas en peligro de extinción. Instituto de Biología. Univ. Nal. Autón. de Méx. México, DF, pp. 51-75.
- González-Medrano, F. y F. Chiang, 1988. "Diversidad florística y fitogeográfica de las zonas áridas del centro y sur de México". Resumen de ponencias. Simposio sobre diversidad biológica de México, Oaxtepec, pp. 34-36.

- Hernández, H. M. y H. Godínez, 1994. "Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas". *Acta Botánica Mexicana*, 26: 33-52.
- Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática (INEGI), 1981. *Cartas: geológica, edafológica, e hidrología y aguas subterráneas*, (México y Villahermosa. Escala 1:1000000). SPP, México, DF.
- Ishiki, M., 1988. "Las selvas bajas perennifolias del Cerro Salomón, región de Chimalapa, Oaxaca: Flora, comunidades y relaciones fito-geográficas". Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillos, 86 pp.
- Lipp, F. J., 1970. "Ethnobotany of the chinantec indians, Oaxaca, Mexico". *Economic Botany*, 24: 235-244.
- López-Ramos, E. 1981. *Geología de México*. Tomo III. 2a Ed. Escolar. México, DF, 454 pp.
- Lorence, D. H. & A. García, 1989. "Oaxaca, Mexico". In: *Floristic inventory of tropical Countries*. New York Botanical Garden. New York, pp. 253-269.
- Lot, A. y F. Chiang, 1986. *Manual de Herbario*. Consejo Nacional de la Flora de México, AC. México, DF, 142 pp.
- Miranda, F., 1948. "Datos sobre la vegetación de la cuenca alta del Papaloapan". *An. Inst. Biol. Méx.*, 19(2):333-364.
- , 1955. "Formas de vida vegetales y el problema de la delimitación de las zonas áridas de México". En: *Mesas redondas sobre problemas de las zonas áridas de México*. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov. México, DF, pp. 85-119.
- Paray, L., 1951. "Exploraciones en la Sierra de Juárez". *Bol. Soc. Bot. Méx.*, 13: 4-10
- Pesquera, R. y J. J. Martínez, 1957. "Ruta Oaxaca, Oax.-Tehuantepec". *Bol. Soc. Geol. Méx.*, 20(1):35-39.
- Rzedowski, J., 1973. "Geographical relationships of the Flora of Mexican dry regions". In: Graham, A. (Ed.) *Vegetation and vegetational history of Northern Latin America*. Elsevier Scientific Co. Amsterdam, pp. 61-72.
- , 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México, DF, 432 pp.
- , 1979. "Los bosques secos y semihúmedos de México con afinidades neotropicales". En: J. Rabinovich y G. Halffter (Comps.) *Tópicos de Ecología contemporánea*. Fondo de Cultura Económica. México, pp. 37-46.
- Rzedowski, J. y R. Palacios-Chávez, 1977. "El bosque de *Engelhardtia* (*Oreomunnea*) mexicana en la región de la Chinantla (Oaxaca, México). Una reliquia del Cenozoico". *Bol. Soc. Bot. Méx.*, 36: 93-123.
- Salas, S. H., G. Ramírez, L. Schibli y R. Aguilar, 1994. "Análisis de la vegetación y uso actual del suelo en el estado de Oaxaca". SERBO - Fundación J. D. & C. T. MacArthur-WWF. Oaxaca. (No publicado.)

- Salas, S. H., E. Torres, A. González, L. Schibli, H. Morales & M. Cerón, 1997. "Análisis de la vegetación y uso actual del suelo en Chimalapas". Reporte técnico. SERBO-Fundación J. D. & C. T. MacArthur. Oaxaca. (No publicado.)
- Salas-Morales, S. H., A. Saynes-Vásquez y L. Schibli, 2003. "Flora de la Costa de Oaxaca, México: Lista florística de la región de Zimatán". Bol. Soc. Bot. Méx., 72: 21-58.
- Saynes, A., 1989. "Contribución al conocimiento florístico y fitogeográfico de la vertiente sur de la Sierra de San Felipe, Dto. Centro, Oaxaca". Tesis Profesional. Esc. Nal. de Est. Profesionales-Zaragoza, Univ. Nal. Autón. de Méx. México, DF, 106 pp.
- Shreve, F., 1942. "The desert vegetation of North America". Bot. Rev., 8(4):195-246.
- Smith, C., 1978. "The vegetational history of the Oaxaca Valley". In: Flannery, K. V. & R. E. Blanton (Eds.). Prehistory and Human Ecology of the Valley of Oaxaca (Vol. 5 part 1). Memoirs of the Museum of Anthropology Univ. of Michigan number 10. Ann Arbor.
- Solano E., 1990. "Flora e historia fitogeográfica de las selvas medianas subcaducifolias del Valle de Putla, Oaxaca". Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillos, 145 pp.
- Toledo, V.M., 1988. "La diversidad biológica de México". Ciencia y Desarrollo, 14:17-30.
- Torres, L., 1989. "Estudio florístico y descripción de la vegetación del cerro Guiengola, en el Istmo de Tehuantepec". Tesis Profesional. Esc. Nal. Est. Profesionales Iztacala, UNAM, México, 81 pp.
- Zamudio, S., 1984. "La vegetación de la cuenca del río Estórax en el estado de Querétaro y sus relaciones fitogeográficas". Tesis Profesional. Fac. de Ciencias. Univ. Nal. Autón. de México. México, DF, 275 pp.
- Zizumbo, D. y P. Colunga, 1982. "Aspectos etnobotánicos entre los Huaves de San Mateo del Mar, Oaxaca, México". Biótica, 7(2): 223-270.

Anexo I. Lista florística.

Simbología empleada:

- * Especies endémicas a Oaxaca
- ** Especies de distribución restringida a la parte alta de la cuenca del río Tehuantepec y zonas inmediatamente contiguas (dto. Tlacolula y dto Istmo, Oax.).
- *** Especies introducidas

ACANTHACEAE

Carlwrightia neesiana (Shauer ex Nees in DC.) T.F. Daniel
Dyschoriste hirsutissima (Nees) O. Ktze.
Elytraria imbricata (Vahl) Pers.
Henrya insularis Nees ex Benth.
Justicia caudata A. Gray
Ruellia hirsuto-glandulosa (Oerst.) Hemsl.
R. nudiflora (Engelm. & A. Gray) Urban
R. nudiflora var. *puberula* Leonard
R. pringlei Fernald
Tetramerium nervosum Nees
T. obovatum T. F. Daniel **

AGAVACEAE

Agave angustiarum Trel.
A. angustifolia Haw.
A. ghiesbreghtii Lem. ex Jacobi
A. karwinskii Zucc.
A. marmorata Roezl.
A. potatorum Zucc.
A. rhodacantha Trel.
Yucca sp.

AIZOACEAE

Mollugo verticillata L.

AMARANTHACEAE

Chamissoa altissima (Jacq.) Kunth
Gomphrena decumbens Jacq.
Iresine calea (Ibañez) Standl.

AMARYLLIDACEAE

Crinum cruentum Ker

ANACARDIACEAE

Cyrtocarpa procera Kunth
Pistacia mexicana Kunth
Pseudosmodium multifolium Rose
Rhus oaxacana Loesener *
R. schiedeana Schldl.
Spondias purpurea L.

ANNONACEAE

Annona squamosa L.

ANTHERICACEAE

Echeandia flavescens (Schult. & Schult. f.) Cruden
E. grandiflora Cruden

APOCYNACEAE

Echites sp.
Haplophyton cimidium A. DC.
Mandevilla oaxacana (DC.) Hemsley *
Plumeria rubra L.
Stemmadenia obovata (Hook. & Arn.) Schum.
Thevetia ovata (Cav.) A. DC.
Vallesia glabra (Cav.) Link.

ASCLEPIADACEAE

Asclepias curassavica L.
A. oenotheroides Cham. & Schldl.
A. similis Hemsl.
Cynanchum schlechtendalii (Decne.) Standl. & Steyerl.
C. trychophyllum Kunth
Gonolobus uniflorus Kunth
Sarcostemma odoratum (Hemsl.) Holm

BETULACEAE

Alnus acuminata ssp. *arguta* (Schldl.) Furlow

Anexo I. (Continuación)

BIGNONIACEAE

Astianthus viminalis (Kunth) Baillon
Tabebuia chrysantha (Jacq.) Nichols.
Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth

BOMBACACEAE

Ceiba parvifolia Rose
Pseudobombax ellipticum (Kunth)
 Dugand

BORAGINACEAE

Cordia curassavica (Jacq.) Roem. & Schultes
C. aff. gracilipes I.M. Johnston
C. guerckeanae Loesener **
C. oaxacana A. DC.
Heliotropium angiospermum Murray
H. fruticosum L.
H. macrostachyum (DC.) Hemsley
H. procumbens Mill.
H. ternatum Vahl
Tournefortia volubilis L.

BROMELIACEAE

Bromelia pinguin L.
Hechtia stenopetala Klotzsch
Tillandsia aff. dasyliriifolia Baker
T. ionantha Planchon
T. juncea (Ruiz & Pavon) Poir.
T. recurvata L.
T. usneoides L.

BURSERACEAE

Bursera aloexylon (Schldl.) Engl.
B. ariensis (Kunth) McVaugh & Rzed.
B. bicolor (Willd. ex Schldl.) Engl.
B. bipinnata (Sessé & Moc. ex DC.) Engl.
B. aff. excelsa (Kunth) Engl.
B. fagaroides (Kunth) Engl.
B. galeottiana Engl.
B. glabrifolia (Kunth) Engl.
B. grandifolia (Schldl.) Engl.

B. heterestes Bullock *
B. lancifolia (Schldl.) Engl.
B. laurihuertae Rzedowski & Calderón **
B. morelensis Ramírez
B. multifolia (Rose) Engl.
B. palmeri S. Wats.
B. schlechtendalii Engl.

CACTACEAE

Acanthocereus subinermis Britton et Rose *
Cephalocereus apicicephalum Dawson
C. quadricentralis Dawson
C. totolapensis (Bravo & MacDougall)
Buxbaum
Coryphantha bummama (Ehrenberg)
 Britton & Rose
C. retusa (P. Feirf.) Britton & Rose *
Escontria chiotilla (Weber) Rose *
Ferocactus robustus (Link & Otto) Britt. & Rose
Mammillaria deherdtiana var. *dodsonii* (Bravo) Glass & Foster
Mammillaria sp.
Mitrocereus fulviceps (Weber) Backeberg ex Bravo *
Myrtillocactus schenckii (Purpus) Britton & Rose *
Neobuxbaumia tetetzo var. *tetetzo* (Coulter) Backeberg *
Nopalea auberii (Pfeiffer) Salm-Dyck *
N. karwinskiana (Salm-Dyck) Schumann
Nyctocereus chontalensis Alexander *
N. oaxacensis Britton & Rose *
Opuntia decumbens Salm-Dyck
O. nejapensis Bravo **
O. pilifera Weber *
O. pumila Rose *
O. tehuantepecana (Bravo) Bravo
O. velutina var. *affinis* (Griffiths) Bravo *
Pachycereus marginatus var. *gemmatus* (Zucc.) Britton

Anexo I. (Continuación)

<i>P. pecten-aboriginum</i> (Engelm.) Britton & Rose	<i>D. tagetiflora</i> Lag.
<i>P. weberi</i> (Coulter) Britton & Rose	<i>Eupatorium collinum</i> DC.
<i>Peniocereus maddougallii</i> Cutak **	<i>E. espinosarum</i> A. Gray
<i>Pereskiaopsis rotundifolia</i> (DC.) Britton & Rose *	<i>Florestina latifolia</i> (DC.) Rydb.
<i>P. scandens</i> Britton & Rose *	<i>F. pedata</i> (Cav.) Cass
<i>Stenocereus pruinosus</i> (Otto) Buxbaum	<i>Flourensia glutinosa</i> (Robins. & Greenm.) Blake
<i>S. stellatus</i> (Pfeiffer) Riccobono *	<i>Gnaphalium attenuatum</i> DC.
<i>S. treleasei</i> (Vaupel) Backeberg *	<i>G. roseus</i> Kunth
CAMPANULACEAE	<i>Lagascea helianthifolia</i> Kunth
<i>Lobelia cardinalis</i> L.	<i>Macvaughia mexicana</i> (Sch. Bip.) King & Robinson
<i>L. laxiflora</i> Kunth	<i>Melampodium linearilobum</i> DC.
CAPPARIDACEAE	<i>Parthenium tomentosum</i> DC.
<i>Capparis incana</i> Kunth	<i>Pectis saturejaoides</i> (Mill.) Sch. Bip.
<i>Morisonia americana</i> L. ***	<i>Perymenium mendezii</i> var. <i>verbesinoides</i> (DC) Fay
CELASTRACEAE	<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.
<i>Schaefferia</i> aff. <i>cuneifolia</i> Gray	<i>Porophyllum ruderales</i> var. <i>macrocephalum</i> (DC.) Cronq.
COCHLOSPERMACEAE	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.
<i>Cochlospermum vitifolium</i> Sprengel	<i>Sclerocarpus uniserialis</i> (Hook.) Benth. & Hook. ex Hemsl.
COMMELINACEAE	<i>Senecio eriophyllus</i> Greenm.
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	<i>Simsia villaseñorii</i> D. M. Spooner
<i>C. erecta</i> L.	<i>Stevia elatior</i> Kunth
<i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Schldl.	<i>S. organoides</i> Kunth
COMPOSITAE	<i>S. salicifolia</i> Kunth
<i>Acourtia oaxacana</i> L. Cabrera **	<i>S. subpubescens</i> Lagasca
<i>Archibaccharis serratifolia</i> (Kunth) Blake	<i>Tagetes tenuifolia</i> Cav.
<i>Aztecaster pyramidatus</i> (Rob. & Greenm.) G. L. Nelson	<i>Tithonia pedunculata</i> Cronq.
<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pavon) Pers.	<i>T. rotundifolia</i> (Mill.) Blake
<i>Bidens odorata</i> Cav.	<i>T. tubaeformis</i> (Jacq.) Cass.
<i>Brickellia paniculata</i> (Mill.) B.L. Rob.	<i>Tridax mexicana</i> A.M. Powell
<i>Calea ternifolia</i> Kunth	<i>Verbesina abscondita</i> Klatt
<i>Dyssodia aurantia</i> (L.) Robinson	<i>Vernonia oaxacana</i> Sch.-Bip. ex Klatt
<i>D. decipiens</i> (Bartling) MC. Johnston ex Johnston	<i>V. paniculata</i> DC.
	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.
	<i>V. gracillima</i> Brandegees
	<i>V. tenuis</i> A. Gray
	<i>Zinnia flavicoma</i> (DC.) Olorode & Torres
	<i>Z. peruviana</i> (L.) L.

Anexo I. (Continuación)

CONVOLVULACEAE

Evolvulus alsinoides L.

Ipomoea hederifolia L.

I. nil (L.) Roth

I. pauciflora Martens & Galeotti

I. purpurea (L.) Roth.

I. trifida (Kunth) G. Don

Turbina corymbosa (L.) Raf.

CRASSULACEAE

Echeveria moranii Walther **

CUCURBITACEAE

Momordica charantia L. ***

CUPRESSACEAE

Juniperus flaccida Schltdl.

CYPERACEAE

Bulbostylis juncoides (Vahl) Kuekenth

Cyperus humilis Kunth

Eleocharis geniculata R. Br.

E. montevidensis Kunth

Eleocharis sp.

Fuirena simplex Vahl

EBENACEAE

Diospyros oxacana Standl.

ERICACEAE

Arbutus xalapensis Kunth

Arctostaphylos pungens Kunth

Comarostaphylis polifolia Klotzsch

ERYTHROXYLACEAE

Erythroxylon compactum Rose

EUPHORBIACEAE

Cnidoscolus multilobus (Pax) I. M.

Johnston

Croton alamosanum Rose

C. ciliato-glandulosus Ortega

C. morifolius Willd.

C. reflexifolius Kunth

C. septemnervius McVaugh

C. sonorae Farr.

Croton sp. nov. **

Euphorbia aff. *collettioides* Benth.

E. cotinifolia L.

E. rossiana Pax

E. schlechtendalii Boiss

E. tlaxcalana Sessé & Moc.

Jatropha andrieuxii Muell. Arg.

J. konzattii Jiménez-Ramírez **

Manihot oxacana Rogers & Appan

Ricinus communis L. ***

Sapium appendiculatum Pax & Hoffman

FAGACEAE

Quercus acutifolia Née

Q. castanea Née

Q. conspersa Benth.

Q. konzattii Trel.

Q. eduardii Trel.

Q. glaucescens H. & B. *

Q. glaucoides Mart. & Gal.

Q. laurina H. & B.

Q. magnoliifolia Née

Q. obtusata H. & B.

Q. rugosa Née

FLACOURTIACEAE

Xylosma flexuosum (Kunth) Hemsley

FOUQUIERIACEAE

Fouquieria formosa Kunth

GRAMINEAE

Andropogon barbinodis (Lag.) Herter

Anthephora hermafrodita (L.) Kuntze

Aristida adscencionis L.

A. orizabensis Fourn.

A. ternipes Cav.

Arundo donax L.

Anexo I. (Continuación)

Bouteloua aristoides (Kunth) Griseb.
B. curtipendula (Mich.) Torr.
Cenchrus ciliaris L.
Chloris virgata Sw.
Diectomis fastigiata (Sw.) Beauv.
Digitaria insularis (L.) Mez ex Ekman
Eragrostis cilianensis (All.) Lutati
Heteropogon contortus (L.) Beauv. ex
 Roem. & Schult.
Lasiacis nigra Davidse
L. rizophora (Fourn.) Hitchc.
Panicum trichoides Sw.
Pennisetum bambusiforme (Fourn.)
 Hemsley ex Jacks
Rhynchelitrum repens (Willd.) Hubb. ***
Setaria liebmannii Fourn.
S. vulpiseta (Lam.) Roem. & Schult.
Sporobolus indicus (L.) R. Br.
Trachypogon secundus (Presl.) Scribn.
Tripsacum dactyloides (L.) L.

HERNANDIACEAE

Gyrocarpus jatrophiifolius Jacq.

HIPPOCRATEACEAE

Hippocratea celastroides Kunth

IRIDACEAE

Fosteria oaxacana Molseed *

HYDROPHYLLACEAE

Wigandia urens (Ruiz & Pavón) Kunth

JULIANIACEAE

Amphipterygium adstringens Schiede ex
 Schldl.

KRAMERIACEAE

Krameria revoluta Berg.

LABIATAE

Hyptis albida Kunth
H. tomentosa Poit.
Salvia adenophora Fern.
S. amarissima Ort.
S. pusilla Fern.
S. sessei Benth.

LEGUMINOSAE

Acacia acatensis Benth.
A. angustissima (Mill.) Kuntze
A. carbonaria Schldl.
A. cochliacantha H. & B.
A. farnesiana (L.) Willd.
A. pennatula (Schldl. & Cham.) Benth.
A. picachensis Brandegee
A. velvae L. Rico *
Aeschynomene compacta Rose
A. fascicularis Schldl. & Cham.
Brongniartia lupinoides (Kunth) Standl.
Caesalpinia pulcherrima (L.) Sw.
C. velutina (Britton & Rose) Standl.
Calliandra cumingii Benth.
C. eriophylla Benth.
C. grandiflora (L'Hér.) Benth.
Canavalia villosa Benth.
Cassia tamera L.
Cercidium plurifoliolatum Micheli
Chamaecrista nictitans Moench
Conzattia multiflora (Rob.) Standl.
Coursetia glandulosa A. Gray
Dalea tomentosa var. *psoraloides*
 (Moricond) Barneby
D. zimapanica Schawer
Desmanthus virgatus (L.) Willd.
Desmodium glabrum (Mill.) DC.
D. nicaraguense Oersted
Diphysa spinosa Rydb.
D. suberosa Wats.
Eriosema grandifolium (Schldl. & Cham.)
 Seem.
Erythrina berterioana Urban

Anexo I. (Continuación)

<i>E. breviflora</i> DC.	Zapoteca alinae H. Hernández *
<i>E. mexicana</i> Krukoff	
<i>Eysenhardtia platycarpa</i> Pennell & Safford	LILIACEAE
<i>E. polystachya</i> (Ort.) Sarg.	<i>Aloe barbadensis</i> Mill. ***
<i>Galactia viridiflora</i> Rose	LOASACEAE
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steudel	<i>Mentzelia aspera</i> L.
<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst.	<i>M. hispida</i> Willd.
<i>Harpalyce formosa</i> Moc. & Sessé ex DC.	LOGANIACEAE
<i>Indigofera platicarpa</i> Rose	<i>Buddleia sessiliflora</i> Kunth
<i>Leucaena diversifolia</i> (Schltdl.) Benth.	
<i>Lonchocarpus caudatus</i> Pittier	LORANTHACEAE
<i>L. minimiflorus</i> Donn. Smith.	<i>Phoradendron quadrangulare</i> (Kunth)
<i>L. parviflorus</i> Benth.	Krug & Urban
<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.	<i>Psittacanthus auriculatus</i> (Olver) Eichl.
<i>L. divaricata</i> (Jacq.) Macbride	<i>P. schiedeana</i> (Schltdl. & Cham.) Blume
<i>L. microphylla</i> Benth.	ex Schult.
<i>Mimosa acantholoba</i> (Willd.) Poir.	
<i>M. albida</i> H. & B.	MALPIGHIACEAE
<i>M. biuncifera</i> Benth.	<i>Bunchosia montana</i> Adr. Juss.
<i>M. eurycarpoides</i> Robinson	<i>Byrsonima bucidaefolia</i> Standley
<i>M. lactiflua</i> Delile ex Benth. *	<i>B. crassifolia</i> (L.) Kunth
<i>M. langlassei</i> Micheli	<i>Heteropterys beecheyana</i> Adr. Juss.
<i>M. luisana</i> Brandegee	<i>Lasiocarpus salicifolius</i> Liebm.
<i>M. nelsonii</i> Robinson	<i>Malphigia mexicana</i> Juss.
<i>M. platycarpa</i> Benth.	<i>Mascagnia seleriana</i> Loes.
<i>M. polyantha</i> Benth.	<i>Tetrapteryx heterophylla</i> (Griseb.) W. R.
<i>M. tricephala</i> Cham & Schltdl.	Anderson
<i>Phaseolus microcarpus</i> Mart.	
<i>Piptadenia flava</i> (Sprengel) Benth.	MALVACEAE
<i>Pithecellobium manguense</i> (Jacq.) Macbride	<i>Hibiscus peripteroides</i> Fryx.
<i>Prosopis laevigata</i> (H. & B.) Johnston	<i>Urena lobata</i> L.
<i>Senna emarginata</i> (L.) I. & B.	
<i>S. holwayana</i> (Rose) I. & B. *	MARTYNIACEAE
<i>S. leiophylla</i> (Vogel) I. & B.	<i>Martynia annua</i> L.
<i>S. obtusifolia</i> (L.) I. & B.	
<i>S. skinneri</i> (Benth.) I. & B.	MELIACEAE
<i>S. villosa</i> (Mill.) I. & B.	<i>Melia azedarach</i> L. ***
<i>S. wislizeni</i> var. <i>pringlei</i> (Rose) I. & B.	<i>Swietenia humilis</i> Zucc.
<i>Stylosanthes humilis</i> Kunth	
<i>Tephrosia nicaraguensis</i> Oersted	

Anexo I. (Continuación)

MORACEAE

Ficus glabrata Kunth*F. goldmanii* Standl.*F. padifolia* Kunth

MORINGACEAE

Moringa oleifera Lam. ***

MYRTACEAE

Psidium guajava L.*P. guineense* Sw.

NOLINACEAE

Nolina sp.

NYCTAGINACEAE

Boerhavia coccinea Mill.*B. erecta* L.*Commicarpus scandens* (L.) Standl.*Mirabilis aggregata* (Ort.) Cav.*M. pulchella* Standl. & Steyerl.*M. viscosa* Cav.*Salpianthus arenarius* H. & B.

OLACACEAE

Ximenia parviflora Benth.

ONAGRACEAE

Hauya elegans DC.

ORCHIDACEAE

Cyrtopodium aff. *paniculatum* Lindl.*Laelia albida* Bateman ex Lindl.

OXALIDACEAE

Oxalis corniculata L.*O. neaei* DC.*O. nelsonii* (Small) Knuth

PALMAE

Brahea dulcis Martius

PAPAVERACEAE

Argemone ochroleuca Sweet

PASSIFLORACEAE

Passiflora foetida var. *nicaraguensis*

Killip.

PINACEAE

Pinus devoniana Lindl.*P. tecunumanii* T. Eguluz & J. P. Perry*P. teocote* Schldl. & Cham.*Plumbago pulchella* Boiss.

POLEMONIACEAE

Loeselia glandulosa (Cav.) Don.

POLYGALACEAE

Polygala purpusii Brandeg.

POLYGONACEAE

Antigonon leptopus Hook. & Arn.*Coccoloba humboldtii* Meism.*C. liebmannii* Lindau*C. schiedeana* Lindau*Podopterus mexicanus* H. & B.

POLYPODIACEAE

Phlebodium aureum (L.) J. Smith

PORTULACACEAE

Portulaca pilosa L.*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.

PTERIDACEAE

Cheilanthes incana (Presl.) Mickel &

Beitel

C. microphylla (Sw.) Sw.*Pellaea ovata* (Desv.) Weatherby

RHAMNACEAE

Ceanothus coeruleus Lagasca

Anexo I. (Continuación)

Karwinskia humboldtiana (Roem. & Schultes) Zucc.
Ziziphus amole (Sessé & Mociño) M.C. Johnston

RUBIACEAE

Bouvardia conzattii Greenm.
B. leiantha Benth.
B. longiflora (Cav.) Kunth
B. multiflora (Cav.) Schultes
Hintonia standleyana Bullock
Genipa americana L.
Randia aculeata L.
R. laevigata Standl.
R. nelsonii Greenm.

RUTACEAE

Zanthoxylum culantrillo Kunth
Z. limoncello Planchon & Oersted
Z. purpusii Brand.

SALICACEAE

Salix bonplandiana Kunth

SAPINDACEAE

Dodonaea viscosa (L.) Jacq.
Serjania goniocarpa Radlk.
Serjania sp.
Thouinia sp.
Thouinidium decandrum (H. & B.) Radlk.
Urvillea ulmacea Kunth

SAPOTACEAE

Bumelia celastrina Kunth

SCROPHULARIACEAE

Bacopa monnieri (L.) Wettst.
Buchnera pusilla Kunth
Castilleja tenuiflora Benth.
Lamourouxia rhinanthifolia Kunth
Russelia pringlei Robinson

SELAGINELLACEAE

Selaginella lepidophylla (Hook. & Greenm.) Spring.

SIMAROUBACEAE

Recchia connaroides (Loes. & Solenr.) Standl.**

SOLANACEAE

Cestrum dumetorum Schldl.
Nicotiana glauca Graham
Physalis foetens Poir.
Solanum deflexum Greenm.
S. hartwegii Benth.
S. oaxacanum Dunal

STERCULIACEAE

Guazuma ulmifolia Lam.
Hermannia inflata Link. & Otto
Helicteres baruensis Jacq.
H. mexicana Kunth
Melochia tomentosa L.

TAXODIACEAE

Taxodium mucronatum Ten.

THEOPHRASTACEAE

Jacquinia aurantiaca Ait.
J. pungens A. Gray
J. seleriana Urb. & Loes. **

TILIACEAE

Heliocarpus terebinthinaceus (DC) Hochr.
Luehea speciosa Willd.

TURNERACEAE

Turnera diffusa Willd.
T. ulmifolia L.

ULMACEAE

Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg.

Anexo I. (Continuación)

C. pallida Torr.*Trema micrantha* (L.) Blume.*Stachytarpheta miniacea* Moldenke*Verbena carolina* L.

UMBELLIFERAE

Donnellsmithia juncea (Spreng.) Math. & Const.*Hydrocotyle verticillata* Thumb.

VIOLACEAE

Hybanthus attenuatus (H. & B.) G.K. Schulze

VERBENACEAE

Lantana camara L.*L. hispida* Kunth*Petrea volubilis* L.

ZYGOPHYLLACEAE

Guaiaecum coulteri A. Gray*Kallstroemia maxima* (L.) Torrey & A. Gray